

УДК 624.011.1 [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-7\(17\)-08](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-7(17)-08)

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДВОТАВРОВИХ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК ІЗ OSB СТІНКОЮ

RESEARCH OF WORK OF I-BEARING WOODEN BEAMS WITH OSB WALL

Кислюк Д.Я. к.т.н., доц., Чапюк О.С., к.т.н., доц., Самчук В.П. к.т.н., доц., Залета А.О. магістр (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк) Савенко В.І. к.т.н., професор (Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ)

Kysliuk D.Y., Ph.D.in Engineering, Associate Professor, Chapiuk O.S., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Samchuk, V.P., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Zaleta A.O. master, (Lutsk National Technical University) Savenko V.I. Ph.D.in Engineering, Professor (Kyiv National University of Construction and Architecture)

Досліджені нові типи балок, виготовлені приватним підприємцем Деркачем С.О. з с. Милуші Луцького району. Пояси балок виготовлено з дерев'яних брусків сосни II-го сорту; стінки балки складні, з орієнтовано-стружкової плити; з'єднання стінки з поясами здійснено за допомогою клею. Результатами досліджень є задовільна робота дерев'яної балки двотаврового перерізу з стінками із OSB плити. Відповідно, отримуємо збільшення сумарних розрахункових навантажень. Геометричні розміри поперечного перерізу балки оптимізовано для прольотів 4,5 м, і, відповідно, може витримувати розподілене навантаження 100кг / 1 м.п.

New types of beams manufactured by private entrepreneur S. Derkach are presented for testing with Milushi of Lutsk district beam belts are made of wooden bars of the second grade pine; the beam wall is a component made of oriented strand board; a pair of walls with belts is made with an adhesive connection.

The modern development of construction is characterized by the desire to reduce the own weight of structures and increase their thermal characteristics. This has led to the revival of the domestic construction market structures, using wood and waste from its processing. Previously developed provisions for the calculation and design of such structures require experimental confirmation. The well-known design of I-beams with a flat wall, which has become widely used in construction, in recent years has undergone significant changes - the wall, which was previously made of plywood, is made of oriented strand board (OSB). Since the strength and deformability characteristics of plywood and OSB have significant differences, it is necessary to conduct experimental studies of their behavior under load in order to install such beams for the production of design loads for their application in construction.

I-beams - a structural material used for the construction of houses on frame technology, installation of floors, roofing and attics. The formula "wood + OSB + wood" allows to

avoid the shortcomings inherent in wood, and thanks to the I-beam section high characteristics of durability are reached.

Studies have shown satisfactory performance of wooden beams of I-beam section with walls of oriented strand board. The load-bearing capacity of the beams exceeded the calculated destructive load, calculated theoretically by 55%. The accepted geometric parameters of the cross section of the beam are optimized for a span of 4.5 m, as in this case the bearing capacity of the beam in different design cases is approximately the same. According to the calculation, this beam with a span of 4 m can withstand a distributed load of 100 kg per 1 r.m.

Ключові слова: дерев'яна балка, орієнтовано-стружкова плита (OSB).

Keywords: wood beams, oriented strand board (OSB).

У будівництві вже багато століть використовується деревина, оскільки вона є безпечним, екологічно чистим та відновлювальним природним матеріалом.

На даний момент зусилля фахівців будівельної галузі спрямовані на зниження маси конструкцій та підвищення їх теплотехнічних характеристик. Це призвело до відродження на українському будівельному ринку елементів і конструкцій із застосуванням деревини та відходів її переробки. Ті, що були розроблені раніше, положення розрахунку та проектування нових видів дерев'яних конструкцій, потребують експериментального підтвердження. Конструктивне рішення дерев'яних двотаврових балок із плоскою стінкою, які раніше активно застосовувалось у будівництві, останнім часом зазнало істотних змін – стінку балки, яка була з фанери, тепер виготовляють з орієнтовано-стружкової плити (OSB) [1]. Міцнісні та деформативні характеристики OSB плит і фанери мають суттєві відмінності, тому для впровадження балок нового типу у виробництво, необхідно провести експериментальні дослідження та визначити їх розрахункові навантаження [2].

Двотаврові дерев'яні балки – це конструктивний матеріал, що застосовується для зведення будинків за каркасною технологією, влаштування перекриттів, покрівель і мансард. Формула "дерево + OSB + дерево" допомагає уникнути недоліків, властивих деревині, і завдяки двотавровому перерізу досягнути високих характеристик міцності (рис. 1, 2).

Двотаврові балки складаються зі склеєних між собою стінки, виготовленої з OSB плити, та дощатих полиць. Вони можуть використовуватися там, де й звичайні дерев'яні балки, але мають значно меншу масу і витрату деревини, необхідну для їхнього виготовлення. OSB стінки двотаврових балок працюють на зріз надійніше, ніж деревина на сколювання, за рахунок того, що при згині деревина сконцентрована у зонах дії максимальних нормальних напружень.

Дослідження нового типу дерев'яних балок були здійснені для підготовки магістерської роботи, виконаної на кафедрі будівництва та цивільної інженерії ЛНТУ.



Рис. 1. Загальний вигляд двотаврових дерев'яних балок

Переваги дерев'яних двотаврових балок:

- широкий сортамент;
- універсальність застосування (каркасне будівництво; влаштування мансард, перекриття і кровляних систем);
- висока швидкість і простота монтажу;
- відносно невелика маса, що дозволяє працювати без застосування крану (балка перекриття довжиною 6,5 м важить не більше 40 кг);
- висока надійність, міцність та жорсткість (характеристики балок можна порівняти з бетонними і металевими);
- дозволяє перекрити значні прольоти без додаткових опорних елементів і конструкцій;
- висока точність розмірів (постійність розмірів незалежно від тривалості експлуатації);
- вологостійкість;
- низька теплопровідність;
- можливість прокладання різних інженерних комунікацій.



Рис. 2. Змонтовані балки перекриття

Представлений для випробування новий тип балок виготовляється приватним підприємцем Деркачем С.О. у с. Милуші Луцького району. Пояси балки зроблені з дерев'яних брусків сосни II-го сорту; стінка балки складена, виконана з орієнтовано-стружкової плити; кріплення стінки з поясами було здійснено за допомогою клейового з'єднання. Глибина паза складала 20 мм.

Було випробувано дерев'яну балку двотаврового перерізу зі стінками з орієнтовано-стружкової плити розрахунковим прольотом 1,8 м. Визначення несучої здатності конструкції проводили з умови завантаження однопролітної балки з двома зосередженими силами (рис. 3).

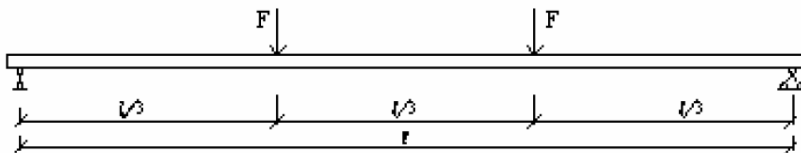


Рис. 3 – Схема випробування балок

Геометричні параметри перерізу балки:

- висота балки $h_б = 150$ мм;
- висота стінки $h_{ст} = 70$ мм;
- висота поясів $h_{п} = 40$ мм;
- ширина поясів $b_б = 60$ мм;
- глибина зацмлення стінки в поясах $h_з = 20$ мм;
- товщина стінки балки $\delta_{ст} = 10$ мм.

Перед випробуванням балок було визначено фізико-механічні характеристики орієнтовано-стружкової плити. Модуль пружності OSB плити становив близько $E = 4900$ МПа. Пояси балки було виготовлено з деревини сосни II-го сорту С20 [3].

$f_{t,d} = 12$ МПа - розрахунковий опір розтяганням деревини.

$f_{c,d} = 19$ МПа - розрахунковий опір стиску деревини.

При розрахунку використовували характеристики перерізів елементів балки з урахуванням різних модулів пружності матеріалу стінки та поясів [4]. В результаті обчислень було визначено величину розрахункового руйнівного навантаження і теоретичний максимальний прогин f , який йому відповідає [5].

Згідно розрахунку, несуча здатність такої балки склала $M = 2,3$ кНм, що відповідає навантаженню $F = 3,75$ кН, а прогин становив $f = 8,6$ мм.

Випробування балки було проведено на базі науково-дослідної будівельної лабораторії Луцького національного технічного університету. Навантаження прикладалось за допомогою гідравлічного пресу ПСУ 25 через спеціальну металеву траверсу (рис. 4). Методикою випробувань було передбачено вимірювання переміщень у центральній частині балки за допомогою прогиноміра Максимова.

Навантаження до балки прикладалось поетапно зі збільшенням зусилля на 1,0 кН на кожному етапі. На кожному етапі витримувалась пауза 7 – 10 хв.



Рис. 4. Випробування балки

Результати досліджень показали, що зразок двотаврової клеєної балки з OSB стінкою фактично витримує навантаження на згин біля $F = 5,0$ кН при прогині $f = 7,39$ мм, що відповідає вимогам ДСТУ-Н Б В.2.6-217:2017, допустимий прогин 1/200. Руйнівне навантаження склало $F = 6,0$ кН при прогині $f = 10,28$ мм,

Проаналізувавши результати випробувань, бачимо близький збіг розрахункових величин із фактичним руйнівним навантаженням і прогином балки перед руйнуванням. Прогин балки перед руйнуванням становив 10,3 мм і дещо перевищував нормативне значення 9 мм (1/200 прольоту). Сама залежність між навантаженням та прогином мала лінійний характер. Гранічні значення напружень до руйнування у деревині поясів балки були обчислені за згинальним моментом і досягали 18 МПа у розтягнутій зоні і 20 МПа в стиснутій. Руйнування балки було від дії розтягуючих напружень у нижньому поясі зубчастого клейового шва (рис. 5).



Рис. 5. Вигляд руйнування балки

Проведені дослідження показали задовільну роботу складної дерев'яної балки двотаврового перерізу зі стінкою із орієнтовано-стружкової плити. Несуча здатність балки перевищила розрахункове руйнівне навантаження на 55%. Геометричні параметри поперечного перерізу балки було оптимізовано для прольоту 4,5 м, завдяки чому несуча здатність балки при різних розрахункових випадках приблизно однакова. Згідно розрахунку така балка може витримувати розподілене навантаження 1,0 кН на 1 м.п або 100 кг/м.п. У таблиці 1 наведено значення прогинів на кожному кроці навантажень.

Таблиця 1

Результати випробувань

№ з/п	Найменування конструкції, порода, складові	№ етапу завантаження	F, Навантаж. по етапу, кН	Відлік прогину по індикатору		
				На кожному етапі	Різниця між етапами відносно етапу №1	Прогин по етапах завантаження, мм
1	Двотаврова дерев'яна клеєна балка зі стінкою з OSB, бруса нижнього, верхнього поясів -порода сосна II сорт	1	0	224	45	0,46
		2	0,5	268	145	1,44
		3	1,0	367	286	2,85
		4	2,0	508	439	4,38
		5	3,0	662	510	5,12
		6	4,0	725	739	7,38
		7	5,0	963	1028	10,27
		8	6,0	1250		

Висновки. Проведено дослідження нового типу балок двотаврового перерізу зі складеними стінками із орієнтовано-стружкової плити. Отримані результати продемонстрували, що запропонована конструкція дозволяє сприймати більші загальні розрахункові навантаження.

Геометричні параметри поперечного перерізу балок оптимізовані для прольоту 4,5 м, що дозволяє витримувати розподілене навантаження 1,0 кН на 1 м.п.

References

1. EN 300. Plyty oryentirovannostruzhechnye. Tekhnicheskyye usloviya.
2. DBN V.1.2-2:2006. Navantazhennia i vplyvy. Normy proektuvannia. – К.: Minbud Ukrainy, 2006. – 78 s.
3. DSTU-N B V.2.6-217:2017 Konstruktsii z tsilnoi i kleienoї derevyny. Nastanova z proektuvannia – К.: DP "UkrNDNTs", 2017. – 131 s.
4. DBN V.2.6-161:2017 Konstruktsii budynkiv i sporud. Derev'iani konstruktsii.– К.: Minreghionbud Ukrainy, 2018. – 111 s.
5. Homon S.S. Konstruktsii z dereva ta plastmas. Praktykum. Navchalnyi posibnyk. – Rivne: NUVHP, 2012. – 154 s.

Список використаної літератури

1. EN 300. Плиты ориентированностружечные. Технические условия.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2006. 78 с.
3. ДСТУ-Н Б В.2.6-217:2017 Конструкції з цільної і клеєної деревини. Настамова з проектування. К.: ДП "УкрНДНЦ", 2017. 131 с.
4. ДБН В.2.6-161:2017 Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. К.: Мінрегіонбуд України, 2018. 111 с.
5. Гомон С.С. Конструкції з дерева та пластмас. Практикум. Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2012. 154 с.